

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-098418

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

H04N 5/335  
H04N 5/225

(21)Application number : 09-278153

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB  
INC

(22)Date of filing : 24.09.1997

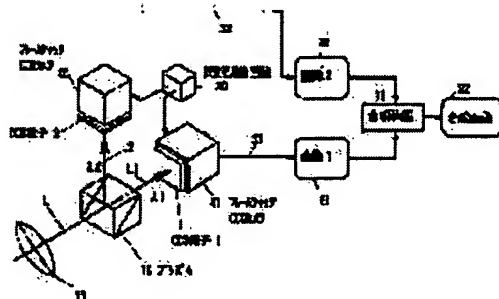
(72)Inventor : TSUKADA TOSHIHIKO  
MIZUNO MORIMICHI  
YAMADA KEIICHI  
YAMAMOTO ARATA

## (54) IMAGE PICKUP DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate an image with a proper and wide dynamic range without causing disturbance of an image in the case of picking up an object that moves at a high speed.

SOLUTION: An incident light L is split into two or more lights L1, L2 with different prescribed luminous intensity ratios  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ , and image pickup elements 41, 42 receiving the split incident lights L1, L2 generate an image. Since plural images 1, 2 are picked up synchronously with each other, even in the case that an object moves at a high speed, the position of the moving object at a high speed is placed at the same position even on plural images. Since a shutter speed is set for each of the image pickup elements 41, 42, an exposure ratio of plural images is set based on a ratio of the product between the intensity of the split lights and the shutter speed by setting the shutter speed respectively in a range not affected by a high speed movement. Then the image pickup device complies with a wide variety change of a lighting environment of the measured object.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-98418

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 N 5/335  
5/225

識別記号

F I

H 0 4 N 5/335  
5/225

V

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-278153

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月24日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所  
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(72) 発明者 塚田 敏彦

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 水野 守倫

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

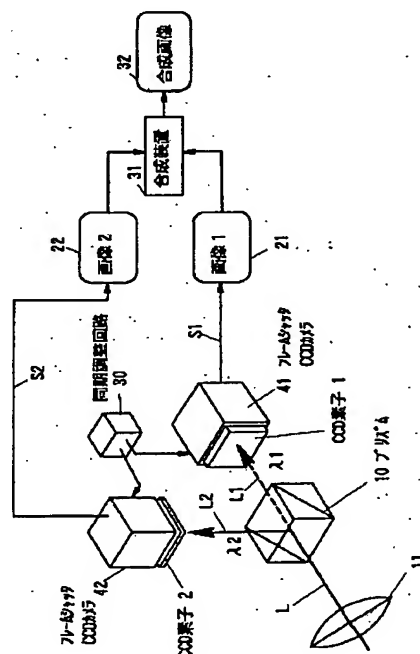
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【目的】 高速で移動する物体の撮像において画像のみだれを生じることなく、適正な広ダイナミックレンジの画像を生成させること。

【構成】 入射光  $L$  が2つ以上の異なる所定の光強度比  $\lambda_1 : \lambda_2$  に分割され、分割されたそれぞれの入射光  $L_1$ 、 $L_2$  により、それぞれの撮像素子 41、42 により画像が生成される。よって、複数の画像1、2が同期して撮像されるために、被測定物が高速で移動する場合にも、複数の画像上において、高速移動物体の位置を同一位置とすることができる。又、シャッタ速度は各撮像素子 41、42 毎に設定できるので、シャッタ速度を高速移動により影響を受けない範囲で、それぞれの値に設定することで、分割された光の強度とシャッタ速度の積の比により、複数の画像の露光量比を設定することができる。よって、比測定物の照明環境の広範囲の変化に対応させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体を異なる露光量で撮像し、得られる画像データを合成することで広ダイナミックレンジの画像を得るようにした撮像装置において、入射光を2つ以上の異なる所定の光強度比に分割する入射光分割手段と、前記入射光分割手段によって分割されたそれぞれの入射光を受光して、受光した光強度に応じた信号を出力する分割数だけ設けられた撮像素子と、前記複数の撮像素子毎に各々設定された露光時間で、前記各撮像素子による撮像を行うためのシャッタ制御手段と、前記複数の撮像素子の動作タイミングを調整し、同一のタイミングで撮像を行うための同期調整手段と、前記複数の撮像素子からの出力信号を合成して合成信号を出力するための信号合成手段とを有することを特徴とする撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高速移動体の撮像において、撮像素子のダイナミックレンジを拡張させた、ビデオカメラ、電子カメラ等の撮像装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】撮像素子のダイナミックレンジは、一般に出力信号の雑音レベルと飽和レベルとの比で定まる。撮像素子のダイナミックレンジに比べて撮像対象のダイナミックレンジが広い場合、撮像素子への露光量を調節する手段（例えば、照明強度、絞り量、シャッタースピード、フィルタの透過量など）を設け、これによって露光量を多段階に変化させて撮像することにより、撮像素子のダイナミックレンジより広いダイナミックレンジの画像を撮像することができることは良く知られている（Rangaraj M. Rangayyan, Richard Gordon: "Expanding the dynamic range of x-ray videodensitometry using ordinary image digitizing devices", Applied Optics, Vol. 23, No. 18, pp. 3117-3120, 1984; 特開昭57-212448; 特開昭60-52171; 特開昭60-52172; 特開昭62-108678; 特開平1-99036; 特開平2-100564）。

【0003】広ダイナミックレンジの画像を得るためには、例えば、電子シャッタ付きのCCD撮像素子により、露光量をシャッタースピードによって2段階に変化させ、第1露光量（時間）T1で撮像した第1画像と、第2露光量（時間）T2で撮像した第2画像とを組み合わせることが、提案されている（特願平4-146404号公報、特開昭62-108678号）。

【0004】これらの合成において、撮像素子の非線形性や動体を撮像する場合は、つなぎ目のところで入射光強度と合成された明度値との関係が直線でなくなり、滑らかな合成画像が得られない。この問題を解決するために、特開平7-75026号が提案されている。この技術は、

露光時間の変化を2段階とした場合に、得られる露光時間が長い方の明度値Pと露光時間が短い方の明度値Qとから、 $Z = P \times g_1(P) + k Q \times f_1(P)$ で合成明度値Zを得ることを特徴とするものである。即ち、重み関数 $g_1(P)$ 、 $f_1(P)$ は、それぞれ、明度値P、Qが採用される明度値の範囲で1、採用されない範囲で0の値であり、範囲の境界において $g_1(P) + f_1(P) = 1$ となるように直線的に変化する関数である。この重み関数 $g_1(P)$ 、 $f_1(P)$ を共通の明度値Pで与えることで、明度値に関して滑らかな合成が得られるようにしている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の合成方法は、露光時間の異なる撮像を異なる時刻で撮像しているため、物体が高速に移動する場合には、滑らかな合成が得られないという問題がある。即ち、露光時間を変化させて得られた複数の明度画像において、画像の位置がずれることになり、同一画素での換算された明度値が異なる。この結果、重み関数を共通の明度値で与えても、尚、分割された明度領域の境界領域で入射光強度と合成明度値との関係が直線的に変化しない部分が存在し、画像に明度値のスパイクが発生する。

【0006】本発明は上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、高速で移動する物体の撮像においても、画像のみだれを生じることなく、適正な広ダイナミックレンジの画像を生成させることである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は物体を異なる露光量で撮像し、得られる画像データを合成することで広ダイナミックレンジの画像を得るようにした撮像装置において、入射光を2つ以上の異なる所定の光強度比に分割する入射光分割手段と、入射光分割手段によって分割されたそれぞれの入射光を受光して、受光した光強度に応じた信号を出力する分割数だけ設けられた撮像素子と、複数の撮像素子毎に各々設定された露光時間で、各撮像素子による撮像を行うためのシャッタ制御手段と、複数の撮像素子の動作タイミングを調整し、同一のタイミングで撮像を行うための同期調整手段と、複数の撮像素子からの出力信号を合成して合成信号を出力するための信号合成手段とを設けたことを特徴とする。

【0008】尚、得られた合成画像を検査して、必要な明度値が得られていない場合には、シャッタ制御手段により各撮像素子のシャッタ速度を変更して、再度、撮像するようにしても良い。又、合成画像の明度値によって、各撮像素子のシャッタ速度比を変更して、再度、撮像するようにしても良い。

## 【0009】

【作用及び発明の効果】入射光が2つ以上の異なる所定の光強度比に分割され、分割されたそれぞれの入射光により、それぞれの撮像素子により画像が生成される。よって、複数の画像が同期して撮像されるために、被測定

物が高速で移動する場合にも、複数の画像上において、高速移動物体の位置を同一位置とすることができる。又、シャッタ速度は各撮像素子毎に設定できるので、シャッタ速度を高速移動により影響を受けない範囲で、それぞれの値に設定することで、分割された光の強度とシャッタ速度の積の比により、複数の画像の露光量比を設定することができる。よって、被測定物の照明環境の広範囲の変化に対応させることができる。

【0010】

【実施例】本発明の一実施例を図1に示す。

【第1実施例】図1において、被測定物からの入射光Lはレンズ11を介して入射光分割手段としてのプリズム10にて2つの入射光L1とL2に分割される。これらの入射光L1、L2は、それぞれ、撮像素子としてのフレームシャッタCCDカメラ41、42が有するCCD素子1、2に入射する。CCDカメラ41、42は電子シャッタ機能を有し、それぞれ個別に露光時間を設定することができる。又、CCDカメラ41、42は画像の明度値であるデジタル信号S1、S2を出力し、その画像は画像メモリ21、22に記憶される。そして、各画像メモリ21、22の画像は合成装置31により合成されて、画像メモリ32に合成画像として記憶される。

【0011】同期調整回路30は2つのCCDカメラ41、42に同時に起動信号を出力する。CCDカメラ41、42は被測定物の移動の影響を受けない露光時間 $t_{exp}$ 以内のシャッタ速度 $t_s$ に設定されている。又、プリズム10は反射率と透過率が異なり、透過により分\*

$$g(D2) = 1 - f(D2)$$

としている。なお、 $f(D2) + g(D2)$ が任意のD2の値について単位量にはならず微小量変化するとしても、通常これによって本装置の性能が大きく劣化することはない。

※

$$D0 = (D1 \times \lambda 2 / \lambda 1) \times f(D2) + D2 \times g(D2) \quad \dots (2)$$

【0016】但し、D0は合成画像の明度値である。このようにして第1画像の第1の明度値D1と第2画像の第2の明度値D2とから広ダイナミックレンジ画像における合成明度値D0が計算される。

【0017】関数fおよびgは、露光量の大きい方の画像が飽和する入射光強度領域付近で、第1の明度値D1と第2の明度値D2とをどういう割合で採用するかを決めるものである。重みを決める基準にするのは、通★

$$D0 = (D1 \times \lambda 2 / \lambda 1) \times f(D1) + D2 \times g(D1) \quad \dots (3)$$

で合成明度値D0を得る。

【0019】又、第2の明度値D2を第1の明度値D1☆

$$D0 = D1 \times f(D1) + (D2 \times \lambda 1 / \lambda 2) \times g(D1) \quad \dots (4)$$

とする。

【0020】図2に示す関数fおよびgに代え、例えば、図3に示すような関数を用いることもできる。関数fは、第1の所定値から第2の所定値にかけて0から1に徐々に変化する関数、関数gは、第1の所定値から第

\* 割された入射光L1は強度 $\lambda 1$ で、反射により分割された入射光L2は強度 $\lambda 2$ とすることができる。これにより、被測定物を同時に測定して2つの異なる強度の光で撮像した2つの画像を得ることができる。

【0012】次に、合成装置31の処理手順について説明する。強度 $\lambda 1$ の入射光L1で得られた画像1の明度値を第1の明度値D1、強度 $\lambda 2$ の入射光L2で得られた画像2の明度値を第2の明度値D2とする。次の関数fおよびgを定義する。関数fは、第2の明度値D2が第1の所定値( $D_{1s}$ )以下では0で、第1の所定値( $D_{1s}$ )から第2の所定値( $D_{1e}$ )にかけては0から1に徐々に変化する関数である。又、関数gは、第2の明度値D2が第1の所定値( $D_{1s}$ )以下では1で、第1の所定値( $D_{1s}$ )から第2の所定値( $D_{1e}$ )にかけては1から0に徐々に変化する関数である。なお、 $D_{1e} \leq D_{2s}$ である。

【0013】関数fおよびgの一例を、それぞれ図2の(a)および(b)に示す。関数fおよびgは、後述するように、それぞれ第1画像の第1の明度値D1と第2画像の第2の明度値D2とをどういう割合で採用するかを決めるものである。従って、 $f(D2) + g(D2)$ が任意のD2の値について単位量になることが好ましい。そこで、図2の(a)および(b)に示す例では、 $g(D2)$ を、

【0014】

【数1】

... (1)

※【0015】従って、合成装置31は、画像1と画像2における各画素毎に、次式の演算を行う。

【数2】

★常は、露光量の大きい方の画像であるのが好ましい。本実施例では、光強度が $\lambda 1 < \lambda 2$ であるので、第2の明度値D2を基準にしている。

【0018】一方、光強度が $\lambda 1 > \lambda 2$ の場合は、第1の明度値D1を基準にする。後者のとき、第1の明度値D1を第2の明度値D2の感度に相当する明度値に換算して処理する場合は、

【数3】

☆の感度に相当する明度値に換算して処理する場合は、

【数4】

2の所定値にかけて1から0に徐々に変化する関数であれば、図2や図3に示す関数に限らず用いることが可能である。なお、ここで1という値は、第2の明度値D2の感度に相当する明度値に換算された値に対する重みの単位量を表しており、これが2であっても結果の値が2

倍になるだけで本実施例に本質的な変化はないことは明かである。

【0021】又、上記実施例では、光強度を2つに分割したが、複数に分割するようにしても良い。例えば、図4に示すように、光の反射率及び透過率を50%とするプリズム $P_1 \sim P_n$ を $n$ 個、直列に設けて、各プリズム $P_i$ は前段のプリズム $P_{i-1}$ の透過光を2分配するようにしても良い。そして、各プリズム $P_i$ の反射光を分割光として利用すれば良い。このようにすることで、入射光 $L$ の強度を $\lambda$ とすると、強度が $\lambda/2$ 、 $\lambda/2^2$ 、 $\lambda/2^3$ 、 $\dots$ 、 $\lambda/2^n$ の $n$ 個に分割された光を得ることができる。

【0022】又、上記の説明では、説明を簡単にするために、2つのCCDカメラ41、42の露光時間を等しく設定し、露光量が光強度比に等しいとして説明した。しかし、画像の明度値は、入射光強度と露光時間との積、即ち、露光量に依存するので、以下の説明では露光量を用いて説明する。

【0023】図5(a)に示すように、光強度と撮像素子の出力する明度値との関係は、基準露光量の場合が $S$ 、2倍の場合が $R$ 、4倍の場合が $Q$ 、8倍の場合が $P$ で示されている。いずれの場合も撮像素子の出力する明度値の範囲は領域 $Y_1$ に制限される。そして、撮像素子の出力値に含まれる雑音のため、領域 $Y_1$ 内で撮像素子の出力値が小さいほど明度値の精度が悪くなる。基準露光量で撮像した場合には、 $X_1 \sim X_4$ の光強度の領域が検出可能であり、基準露光量の2倍で撮像した場合には、 $X_1 \sim X_3$ の光強度の領域が検出可能で、領域 $X_4$ は飽和領域となる。同様に、基準露光量の4倍の露光量で撮

$$Z_1 = P \times g_1(P) + 2Q \times f_1(P)$$

【0027】この合成明度値 $Z_1$ は図7に示す特性となり、そのダイナミックレンジは $Y_1 \sim Y_2$ に拡張される。次に、等価的に隣接する露光量で得られたと見なせる合成明度値 $Z_1$ と明度値 $4R$ とを合成した明度値 $Z_2$ が次々

$$Z_2 = Z_1 \times g_2(Z_1) + 4R \times f_2(Z_1)$$

重み係数 $g_2(Z_1)$ と $f_2(Z_1)$ は、図6(b)で示す関数で変化する。この重み係数は、各関数 $g_2$ 、 $f_2$ に対して、共通の変数 $Z_1$ によって決定される。

$$Z = Z_2 \times g_3(Z_2) + 8S \times f_3(Z_2)$$

重み係数 $g_3(Z_2)$ と $f_3(Z_2)$ は、図6(c)で示す関数で変化する。この重み係数は、各関数 $g_3$ 、 $f_3$ に対して、共通の変数 $Z_2$ によって決定される。このように、ダイナミックレンジが $Y_1 \sim Y_4$ の範囲に滑らかに拡張された合成明度値 $Z$ が演算される。上記の演算において、重み係数の関数の共通の変数は、雑音による影響を少なくするために、露光量の大きな方の明度値を用いるのが望ましい。

【0030】次に、合成明度値を求める他の方法について☆

$$Z = P \times h_1(8S) + 2Q \times h_2(8S) + 4R \times h_3(8S) + 8S \times h_4(8S)$$

… (8)

\* 像した場合には、領域 $X_1 \sim X_2$ が検出可能領域で、領域 $X_3 \sim X_4$ は飽和領域で検出不可能であり、基準露光量の8倍の露光量で撮像した場合には、領域 $X_1$ が検出可能領域で、領域 $X_2 \sim X_4$ は飽和領域で検出不可能となる。

【0024】各露光量で撮像された明度値は最大露光量で撮像された明度値に換算される。即ち、各明度値は $P$ 、 $2Q$ 、 $4R$ 、 $8S$ となる。本発明装置は、光強度領域 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ の明度値に対して、それぞれ、明度値 $P$ の $A'$ 区間の値、明度値 $2Q$ の $B'$ 区間の値、明度値 $4R$ の $C'$ 区間の値、明度値 $8S$ の $D'$ 区間の値が採用される。この結果、図5(b)に示すように、明度値のダイナミックレンジは撮像素子出力の精度のよい領域を使って、領域 $Y_1 \sim Y_4$ に拡張される。

【0025】まず、明度値 $P$ と明度値 $2Q$ とからダイナミックレンジが領域 $Y_1 \sim Y_2$ である合成明度値 $Z_1$ が演算される。この時、領域の境界部分での合成明度値 $Z_1$ を滑らかとするために、明度値 $P$ と明度値 $2Q$ とが、それぞれ、図6(a)に示す関数の重み係数で積算され、それぞれの積値が加算される。この時、各重み係数は、図6(a)に示すように、共通の明度値 $P$ を用いた各関数値 $g_1(P)$ 、 $f_1(P)$ で求められる。即ち、明度値 $P$ の飽和領域の少し前から図6(a)で示す特性で変化する比率に応じて、明度値 $P$ と明度値 $2Q$ とが加算される。

【0026】即ち、合成明度値 $Z_1$ は、次式で演算される。

【数5】

… (5)

※式で演算される。

【0028】

【数6】

… (6)

★【0029】同様に、合成明度値 $Z_2$ と明度値 $8S$ とを合成した明度値 $Z$ が次式で演算される。

【数7】

… (7)

40 ☆ 説明する。この方法は、基準露光量で撮像した明度値 $S$ を、重み係数の関数の共通の変数としたものである。

図8(b)に示すように、各領域の境界で重なり合った関数 $h_1(8S)$ 、 $h_2(8S)$ 、 $h_3(8S)$ 、 $h_4(8S)$ によって、各明度値に対する重み係数を決定する。合成明度値 $Z$ は次式で演算される。

【0031】

【数8】

【0032】このように、本発明装置は、重み係数は、共通の明度値を変数とした関数によって求められる。よって、カメラの特性変化、照明強度の変化、物体の動き等に伴って第1画像から第n画像の明度値の比が露光量の比と異なっても、重み係数の合成に関する不連続性が緩和される。従って、入射強度に対するカメラの出力信号の特性に変化等があっても、広ダイナミックレンジ画像を適切に合成することができる。

【0033】又、上記実施例において、被測定物の照明環境等の変化に応じて、露光量の比を変更させる場合には、CCDカメラ41、42に異なるシャッタ速度 $t_1$ 、 $t_2$  ( $< t_{max}$ ) を設定する。このようにすることで、 $\lambda_1 \times t_1 : \lambda_2 \times t_2$  の露光量比の2つの画像を得ることができ、被測定物の置かれた照明環境に適した広ダイナミックレンジの画像を得ることができる。

【0034】〔第2実施例〕第2実施例の装置は、図9に示すように、図1の第1実施例装置の構成に対して、露光時間決定回路33を付加している。この露光時間決定回路33は、画像メモリ32に記憶された合成画像から、最適な露光時間を決定する。合成された画像から露光時間の組み合わせを決定する方法は、例えば、予めシャッタ速度の組み合わせ ( $t_{11}$ ,  $t_{21}$ )、( $t_{12}$ ,  $t_{22}$ )、( $t_{13}$ ,  $t_{23}$ )、( $t_{14}$ ,  $t_{24}$ ) … を決定しておく。但し、 $t_{11} < t_{12} < t_{13} < t_{14}$ 、 $t_{21} < t_{22} < t_{23} < t_{24}$  である。始めは、( $t_{1m}$ ,  $t_{2m}$ ) で撮像を行う。そして、得られた合成画像の例えば輝度の平均値を求める。この平均値が第1しきい値 $Th_1$  よりも高い場合には照明環境が明るいものと判断し、露光時間を ( $t_{1(m-1)}$ ,  $t_{2(m-1)}$ ) に変更する。逆に、輝度の平均値が第2しきい値 $Th_2$  ( $Th_2 < Th_1$ ) よりも低い場合には、照明環境が暗いものと判断し、露光時間を ( $t_{1(m+1)}$ ,  $t_{2(m+1)}$ ) に変更する。判断基準として輝度の平均値を用いる以外に最大値、最小値、最頻値、あるいは注目領域内の輝度の演算値を用いることができる。この実施例においても、2つ以上の分割光を用いることができる。

【0035】〔第3実施例〕上記の実施例では、入射光分割手段としてプリズム10を用いたが、図10に示すように、フィルタ40を入射光分割手段として用いることもできる。CCDカメラ41のCCD素子1の前に1ライン単位で位置合せが行われたフィルタ40が図11(b)に示すように貼付されている。このCCDカメラ41の出力する画像としてデジタル信号は、画像入力ポート42からコンピュータシステム43に入力され、その内部の画像メモリに記憶される。

【0036】CCD素子1の2次元に配列された画素上における入射光強度が1ライン単位で縞状に変化するよう、図11(a)に示すように、フィルタ40の透過率が2ラインを1周期として、2つの値をとるように変

化している。即ち、フィルタ40は奇数ラインは所定の第1透過率、偶数ラインは所定の第2透過率に設定されている。このようにすることで、CCD素子1の画面上において、1ライン毎に光強度 $\lambda_1$ 、光強度 $\lambda_2$ とすることができる。この状態で、CCDカメラ41のフレームシャッタを用いて、被測定物の移動により影響を受けない露光時間 $t_{max}$  以内のシャッタ速度 $t$ 、を設定して高速移動する被測定物を撮像する。このようにして撮像された結果、図12に示すように、奇数ラインの集合から得られる画像1を光強度 $\lambda_1$  で得られた画像、偶数ラインの集合から得られる画像2を光強度 $\lambda_2$  で得られた画像とすることができる。即ち、2つの画像の露光量比を $\lambda_1 : \lambda_2$  とすることができる。この場合には、各画像は1ライン毎に得られるので、間のラインの各画素の明度値は、両側のライン上の各画素の明度値の補間値(平均値等)で求められる。

【0037】このようにして得られた露光量比 $\lambda_1 : \lambda_2$  の2つの画像から上述した方法により広ダイナミックレンジの画像を合成することができる。本実施例においても、被測定物の照明環境等の変化に応じて、露光量の比を変更させることができる。その場合には、CCDカメラの1ライン毎(偶数ライン、奇数ライン)に異なるシャッタ速度 $t_1$ 、 $t_2$  ( $< t_{max}$ ) を設定する。このようにすることで、フィルタ40による分割された光強度比 $\lambda_1 : \lambda_2$  に係わらず、露光量比 $\lambda_1 \times t_1 : \lambda_2 \times t_2$  の2つの画像を得ることができ、被測定物の置かれた照明環境に適した広ダイナミックレンジの画像を合成することができる。

【0038】又、本実施例においては、フィルタ40は1ライン単位で交互に透過率を変化させたが、数ライン毎でも良く、又、画素単位で透過率を変化させても良い。例えば、図13(a)に示すように、ある画素とその画素にx、y軸方向に隣接する画素とで透過率を2つに変化させるように配置しても良い。又、光強度の分割数を3以上とする場合には、図13(b)、(c)に示すように、(図は3分割を図示) 透過率をその分割数分だけ設定して、ライン、又は、画素単位で、透過率を周期的に変化させたようなフィルタを構成しても良い。光を3以上に分割した場合の画像の合成方法は第1実施例で上述した通りである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図である。

【図2】画像合成における重み関数の特性を示した特性図。

【図3】画像合成における重み関数の他の特性を示した特性図。

【図4】光を複数に分岐する例を示した説明図。

【図5】同装置の動作を説明するタイミングチャート。

【図6】同装置の画像メモリの詳細な構成を示したブロ

ック図。

【図5】各明度値と拡張されたダイナミックレンジの明度値との関係を示した特性図。

【図6】重み係数の関数を示した特性図。

【図7】合成方法を示した説明図。

【図8】他の合成方法を示した説明図。

【図9】本発明の第2実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図。

【図10】本発明の第3実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図。

【図11】第3実施例におけるフィルタの構成を示した説明図。

【図12】第3実施例に係る撮像装置の画像合成方法を\*

\*示した説明図。

【図13】第3実施例におけるフィルタの他の構成を示した説明図。

【符号の説明】

1、2…CCD素子

10、 $P_1 \sim P_n$ …プリズム

11…レンズ

21、22、32…画像メモリ

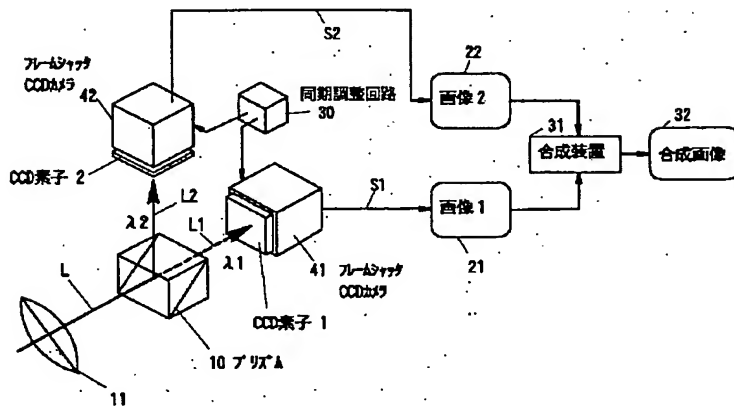
30…同期調整回路

10 31…合成装置

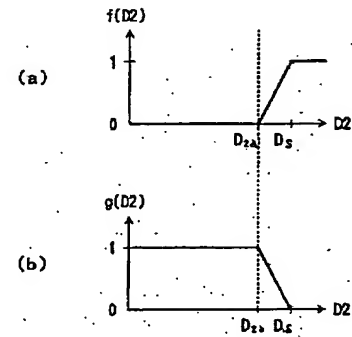
32…露光時間決定回路

41、42…CCDカメラ

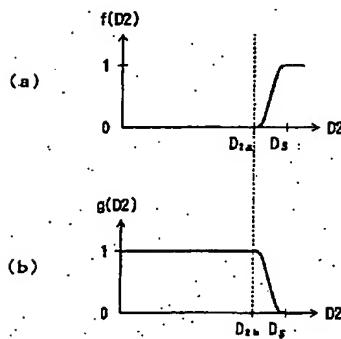
【図1】



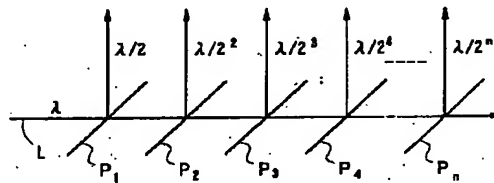
【図2】



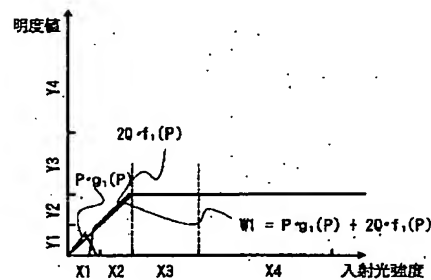
【図3】



【図4】

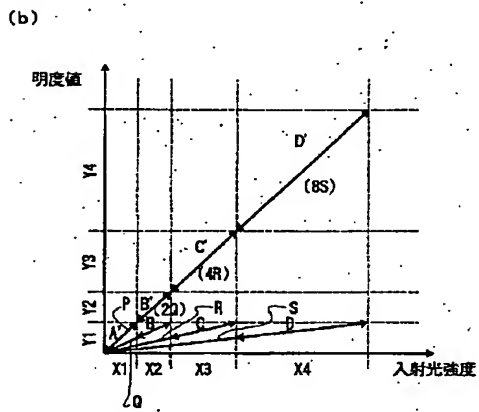
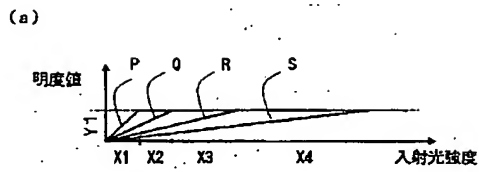


【図7】

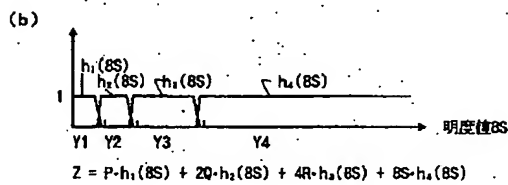
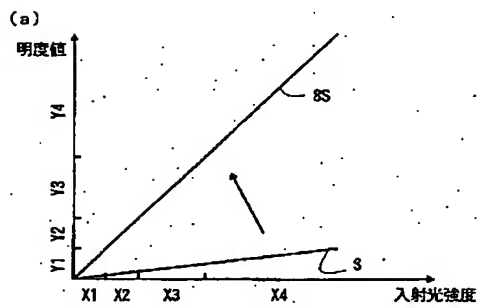




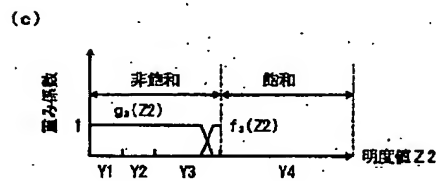
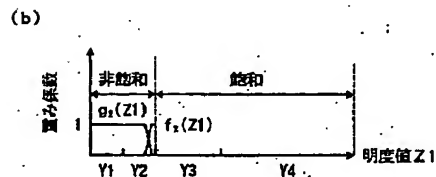
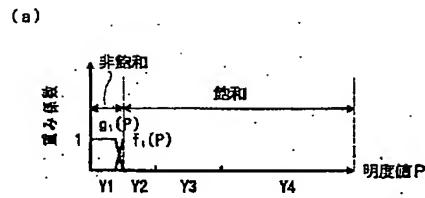
【図5】



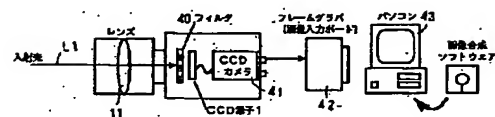
【図8】



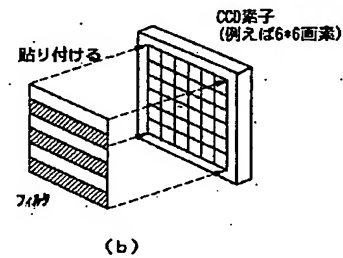
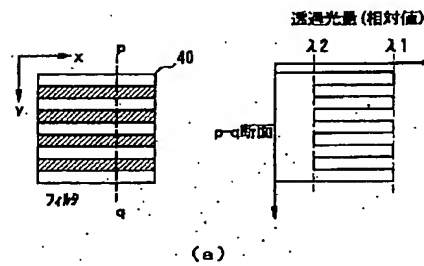
【図6】



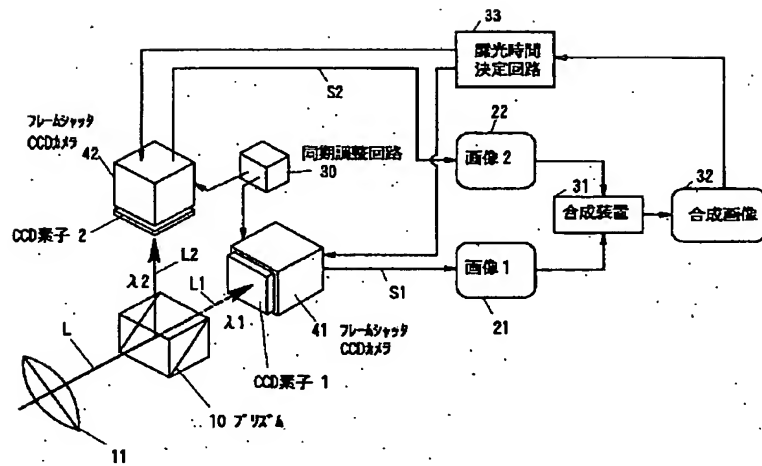
【図10】



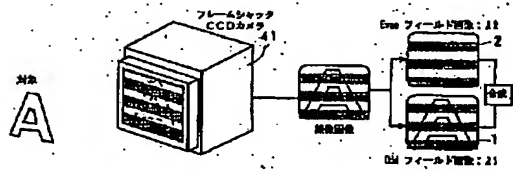
【図11】



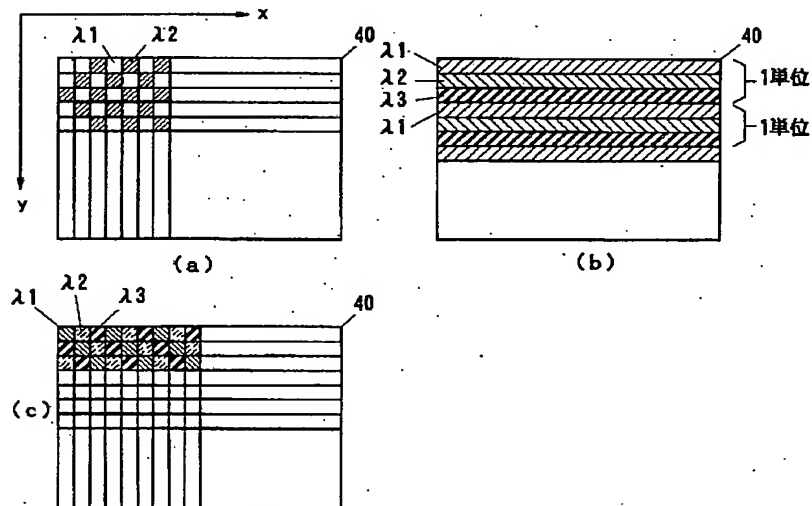
【図 9】



【図 12】



【図 13】



## 【手続補正書】

【提出日】平成9年11月28日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図である。

【図2】画像合成における重み関数の特性を示した特性図。

【図3】画像合成における重み関数の他の特性を示した特性図。

【図4】光を複数に分岐する例を示した説明図。

【図5】各明度値と拡張されたダイナミックレンジの明度値との関係を示した特性図。

【図6】重み係数の関数を示した特性図。

【図7】合成方法を示した説明図。

【図8】他の合成方法を示した説明図。

\*【図9】本発明の第2実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図。

【図10】本発明の第3実施例に係る撮像装置の構成を示したブロック図。

【図11】第3実施例におけるフィルタの構成を示した説明図。

【図12】第3実施例に係る撮像装置の画像合成方法を示した説明図。

【図13】第3実施例におけるフィルタの他の構成を示した説明図。

## 【符号の説明】

1、2…CCD素子

10、P<sub>1</sub>～P<sub>n</sub>…プリズム

11…レンズ

21、22、32…画像メモリ

30…同期調整回路

31…合成装置

32…露光時間決定回路

\* 41、42…CCDカメラ

---

フロントページの続き

(72)発明者 山田 啓一

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 山本 新

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-098418

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

H04N 5/335

H04N 5/225

(21)Application number : 09-278153

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV  
LAB INC

(22)Date of filing : 24.09.1997

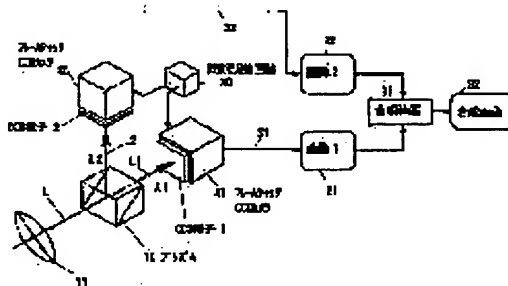
(72)Inventor : TSUKADA TOSHIHIKO  
MIZUNO MORIMICHI  
YAMADA KEIICHI  
YAMAMOTO ARATA

## (54) IMAGE PICKUP DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To generate an image with a proper and wide dynamic range without causing disturbance of an image in the case of picking up an object that moves at a high speed.

**SOLUTION:** An incident light L is split into two or more lights L1, L2 with different prescribed luminous intensity ratios  $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ , and image pickup elements 41, 42 receiving the split incident lights L1, L2 generate an image. Since plural images 1, 2 are picked up synchronously with each other, even in the case that an object moves at a high speed, the position of the moving object at a high speed is placed at the same position even on plural images. Since a shutter speed is set for each of the image pickup elements 41, 42, an exposure ratio of plural images is set based on a ratio of the product between the intensity of the split lights and the shutter speed by setting the shutter speed respectively in a range not affected by a high speed movement. Then the image pickup device complies with a wide variety change of a lighting environment of the measured object.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the image pick-up equipment which obtained the image of an extensive dynamic range by picturizing a body with different light exposure and compounding the image data obtained An incident light division means to divide incident light into two or more different optical predetermined intensity ratios, By the image sensor with which only the number of partitions which receives each incident light divided by said incident light division means, and outputs the signal according to the optical reinforcement which received light was prepared, and the exposure time respectively set up for said two or more image sensors of every The shutter control means for performing the image pick-up by said each image sensor, and the synchronizing means for adjusting the timing of two or more of said image sensors of operation, and picturizing to the same timing, Image pick-up equipment characterized by having a signal composition means for compounding the output signal from said two or more image sensors, and outputting a composite signal.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to image pick-up equipments to which the dynamic range of an image sensor was made to extend, such as a video camera and an electronic camera, in the image pick-up of a high-speed mobile.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally the dynamic range of an image sensor becomes settled in the ratio of the noise level of an output signal, and saturation level. It compares with the dynamic range of an image sensor. When the dynamic range for an image pick-up is large, By establishing means (for example, lighting reinforcement, the amount of diaphragms, shutter speed, the amount of transparency of a filter, etc.) to adjust the light exposure to an image sensor, changing light exposure to a multistage story and picturizing it by this It is known well that the image of a dynamic range larger than the dynamic range of an image sensor can be picturized (). [ Rangaraj M. Rangayyan, ] [ Richard Gordon: "Expanding ] the dynamic range of x-ray videodensitometry using ordinary imagedigitizing devices", Applied Optics, and Vol. -- 23, No. 18, pp. 3117-3120, and 1984 : JP, 57-212448, A: -- JP, 60-52171, A: JP, 60-52172, A: JP, 62-108678, A: -- JP, 1-99036, A: -- JP, 2-100564, A.

[0003] In order to obtain the image of an extensive dynamic range, combining the 1st image which light exposure was changed to two steps and picturized it with the 1st light exposure (time amount) T1 with shutter speed, and the 2nd image picturized with the 2nd light exposure (time amount) T2 by the CCD image sensor with an electronic shutter is proposed (a Japanese Patent Application No. No. 146404 [ four to ] official report, JP, 62-108678, A).

[0004] In these composition, when picturizing the nonlinearity and the dynamic body of an image sensor, by the way, the relation of the incident light reinforcement and the compounded lightness value of a knot is no longer a straight line, and a smooth synthetic image is not obtained. JP, 7-75026, A is proposed in order to solve this problem. This technique is characterized by acquiring the synthetic lightness value Z by  $Z = P \times g_1(P) + kQ \times f_1(P)$  from the lightness value P with the longer exposure time acquired, and the lightness value Q with the shorter exposure time, when change of the exposure time is made into two steps. That is, a weight function  $g_1(P)$  and  $f_1(P)$  are functions which are the value of 0, and change linearly in 1 and the range which is not adopted in the range of a lightness value in which the lightness values P and Q are adopted, respectively so that it may be set to  $g_1(P) + f_1(P) = 1$  on the boundary of the range. Smooth composition is made to be obtained by giving this weight function  $g_1(P)$  and  $f_1(P)$  with the common lightness value P about a lightness value.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the above-mentioned synthetic approach is picturizing the image pick-up from which the exposure time differs at different time of day, when a body moves to a high speed, it has the problem that smooth composition is not obtained. That is, in two or more lightness images which the exposure time was changed and were obtained, the location of an image will shift and the converted lightness values in the same pixel differ. Consequently, even if it gives a weight function with a common lightness value, the part from which the relation between incident light reinforcement and a synthetic lightness value does not change linearly in addition in the border area of the divided lightness

field exists, and the spike of a lightness value occurs in an image.

[0006] Accomplishing this invention in order to solve the above-mentioned technical problem, the purpose is making the image of a proper extensive dynamic range generate also in the image pick-up of the body which moves at high speed, without only an image producing whom.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In the image pick-up equipment which obtained the image of an extensive dynamic range by this invention picturizing a body with different light exposure, and compounding the image data obtained An incident light division means to divide incident light into two or more different optical predetermined intensity ratios, By the image sensor with which only the number of partitions which receives each incident light divided by the incident light division means, and outputs the signal according to the optical reinforcement which received light was prepared, and the exposure time respectively set up for two or more image sensors of every The shutter control means for performing the image pick-up by each image sensor, and the synchronizing means for adjusting the timing of two or more image sensors of operation, and picturizing to the same timing, It is characterized by establishing the signal composition means for compounding the output signal from two or more image sensors, and outputting a composite signal.

[0008] In addition, when the obtained synthetic image is inspected and the required lightness value is not acquired, the shutter speed of each image sensor is changed by the shutter control means, and you may make it picturize again. Moreover, the shutter speed ratio of each image sensor is changed, and you may make it picturize again with the lightness value of a synthetic image.

[0009]

[Function and Effect(s) of the Invention] Incident light is divided into two or more different optical predetermined intensity ratios, and an image is generated by each divided incident light with each image sensor. Therefore, since two or more images synchronize and are picturized, also when a device under test moves at high speed, the location of a high-speed migration body can be made into the same location on two or more images. Moreover, since shutter speed can be set up for every image sensor, the light exposure ratio of two or more images can be set up by the ratio of the product of the divided luminous intensity and shutter speed by being the range which is not influenced by high-speed migration, and setting shutter speed as each value. Therefore, it can be made to correspond to a wide range change of the lighting environment of a device under test.

[0010]

[Example] One example of this invention is shown in drawing 1 .

The [1st example] In drawing 1 , the incident light L from a device under test is divided into two incident light L1 and L2 through a lens 11 by the prism 10 as an incident light division means. Incidence of these incident light L1 and L2 is carried out to the CCD components 1 and 2 which frame shutter CCD cameras 41 and 42 as an image sensor have, respectively. CCD cameras 41 and 42 have electronic shutter ability, and can set up the exposure time according to an individual, respectively. Moreover, CCD cameras 41 and 42 output the digital signals S1 and S2 which are the lightness values of an image, and the image is memorized in image memories 21 and 22. And the image of each image memories 21 and 22 is compounded by the synthesizer unit 31, and is memorized as a synthetic image in an image memory 32.

[0011] The synchronizing circuit 30 outputs a seizing signal to two CCD cameras 41 and 42 at coincidence. CCD cameras 41 and 42 are the shutter speed  $t_s$  within the exposure time  $t_{max}$  which is not influenced by the device under test of migration. It is set up. Moreover, a reflection factor differs from permeability, the incident light L1 divided by transparency is reinforcement  $\lambda_1$ , and prism 10 can make the incident light L2 divided by reflection reinforcement  $\lambda_2$ . Two images which measured the device under test to coincidence and were picturized with the light of two different reinforcement by this can be obtained.

[0012] Next, the procedure of a synthesizer unit 31 is explained. Let the lightness value of the image 2 obtained by the 1st lightness value D1 and the incident light L2 of reinforcement



lambda 2 in the lightness value of the image 1 obtained by the incident light L1 of reinforcement lambda 1 be the 2nd lightness value D2. The following functions f and g are defined. The 2nd lightness value D2 is 0 below in the 1st predetermined value (D2a), and if the 2nd predetermined value (Ds) is multiplied by Function f from the 1st predetermined value (D2a), it is a function which changes to 0-1 gradually. Moreover, the 2nd lightness value D2 is 1 below in the 1st predetermined value (D2b), and if the 2nd predetermined value (Ds) is multiplied by Function g from the 1st predetermined value (D2b), it is a function which changes to 1-0 gradually. in addition,  $D_s \leq D_{sat}$  it is .

[0013] An example of Functions f and g is shown in (a) of drawing 2 , and (b), respectively. Functions f and g decide at what kind of rate to adopt the 1st lightness value D1 of the 1st image, and the 2nd lightness value D2 of the 2nd image, respectively so that it may mention later. Therefore, it is desirable that  $f(D2)+g(D2)$  becomes unit quantity about the value of D2 of arbitration. So, at the example shown in (a) of drawing 2 , and (b), it is g (D2) [0014]

[Equation 1]

$$g(D2) = 1 - f(D2) \quad \text{-- (1)}$$

It is carrying out. In addition,  $f(D2)+g(D2)$  does not become unit quantity about the value of D2 of arbitration, and though minute amount change is carried out, the engine performance of this equipment does not usually deteriorate greatly by this.

[0015] Therefore, a synthesizer unit 31 calculates a degree type for each [ in an image 1 and an image 2 ] pixel of every.

[Equation 2]

$$D0 = (D1 \times \lambda_2 / \lambda_1) \times f(D2) + D2 \times g(D2) \quad \text{-- (2)}$$

[0016] However, D0 is the lightness value of a synthetic image. Thus, the synthetic lightness value D0 in an extensive dynamic range image is calculated from the 1st lightness value D1 of the 1st image, and the 2nd lightness value D2 of the 2nd image.

[0017] Functions f and g are near the incident light on-the-strength field where an image with larger light exposure is saturated, and it is [ making it the criteria which determine weight, since it decides at what kind of rate the 1st lightness value D1 and the 2nd lightness value D2 are adopted ] usually desirable that it is an image with larger light exposure. In this example, since optical reinforcement is  $\lambda_1 < \lambda_2$ , it is based on the 2nd lightness value D2.

[0018] On the other hand, it is based on the 1st lightness value D1 when optical reinforcement is  $\lambda_1 > \lambda_2$ . It is [Equation 3], when converting the 1st lightness value D1 into the lightness value equivalent to the sensibility of the 2nd lightness value D2 and processing it at the time of the latter.

$$D0 = (D1 \times \lambda_2 / \lambda_1) \times f(D1) + D2 \times g(D1) \quad \text{-- (3)}$$

It comes out and the synthetic lightness value D0 is acquired.

[0019] Moreover, it is [Equation 4], when converting the 2nd lightness value D2 into the lightness value equivalent to the sensibility of the 1st lightness value D1 and processing it.

$$D0 = D1 \times f(D1) + (D2 \times \lambda_1 / \lambda_2) \times g(D1) \quad \text{-- (4)}$$

It carries out.

[0020] A function as replaced with the functions f and g shown in drawing 2 , for example, shown in drawing 3 can also be used. The function and Function g which are missing from the 2nd predetermined value from the 1st predetermined value, and change from 0 to 1 gradually can be used by it not only in the function shown in drawing 2 or drawing 3 , if Function f is a function which is missing from the 2nd predetermined value from the 1st predetermined value, and changes from 1 to 0 gradually. In addition, the value 1 expresses the unit quantity of the weight to the value converted into the lightness value equivalent to the sensibility of the 2nd lightness value D2 here, and even if this is 2, it is in \*\* that there is no essential change in this example only by the value of a result doubling.

[0021] Moreover, although optical reinforcement was divided into two, you may make it divide into plurality in the above-mentioned example. For example, the prism P1-Pn which makes the reflection factor and permeability of light 50% as shown in drawing 4 is formed in n pieces and a serial, and it is each prism Pi. You may make it allot the transmitted light of prism Pi-1 of the preceding paragraph for 2 minutes. And each prism Pi What is necessary is just to use the

reflected light as a division light. If reinforcement of incident light  $L$  is set to  $\lambda$  by doing in this way, reinforcement is  $\lambda/2$ ,  $\lambda/22$ ,  $\lambda/24$ ,  $-\lambda/2n$ . The light divided into  $n$  pieces can be obtained.

[0022] Moreover, by the above-mentioned explanation, in order to simplify explanation, the exposure time of two CCD cameras 41 and 42 was set up equally, and it explained equal [ the light exposure ratio ] to the optical intensity ratio. However, since it is dependent on the product of incident light reinforcement and the exposure time, i.e., light exposure, the following explanation explains the lightness value of an image using light exposure.

[0023] As shown in drawing 5 (a), as for the relation between optical reinforcement and the lightness value which an image sensor outputs, the case where the cases where the cases where the cases of criteria light exposure are  $S$  and twice are  $R$  and 4 times are  $Q$  and 8 times is shown by  $P$ . The range of a lightness value where an image sensor outputs in any case is restricted to a field  $Y1$ . And for the noise included in the output of an image sensor, the precision of a lightness value worsens, so that the output value of an image sensor is small in a field  $Y1$ . When it picturizes with criteria light exposure, the field of the optical reinforcement of  $X1-X4$  can be detected, when it picturizes by the twice of criteria light exposure, the field of the optical reinforcement of  $X1-X3$  can be detected, and a field  $X4$  turns into a saturation region. When similarly fields  $X1-X2$  cannot detect fields  $X3-X4$  in a detectable field in a saturation region when it picturizes with light exposure 4 times the light exposure of criteria, and it picturizes with light exposure 8 times the light exposure of criteria, a field  $X1$  is a detectable field and fields  $X2-X4$  become undetectable in a saturation region.

[0024] The lightness value picturized with each light exposure is converted into the lightness value picturized with the maximum light exposure. Namely, each lightness value is set to  $P$ , and  $2Q$ ,  $4R$  and  $8S$ . As for this invention equipment, the value of  $A'B$  of value [ of the section ] and lightness value  $2Q'$  section of the lightness value  $P$  and the value of  $C'D$  of value [ of the section ] and lightness value  $8S'$  section of lightness value  $4R$  are adopted to the lightness value of the fields  $X1$ ,  $X2$ ,  $X3$ , and  $X4$  on the strength [ optical ], respectively. Consequently, as shown in drawing 5 (b), the dynamic range of a lightness value is extended to fields  $Y1-Y4$  using the accurate field of an image sensor output.

[0025] First, the synthetic lightness value  $Z1$  whose dynamic ranges are fields  $Y1-Y2$  calculates from the lightness value  $P$  and lightness value  $2Q$ . In order to smooth the synthetic lightness value  $Z1$  in the boundary part of a field at this time, the lightness value  $P$  and lightness value  $2Q$  are integrated with the weighting factor of the function shown in (a) of drawing 6, respectively, and each product value is added. At this time, each weighting factor is called for by each function value  $g1(P)$  which used the common lightness value  $P$ , and  $f1(P)$ , as shown in (a) of drawing 6. That is, according to the ratio which changes in the property of the saturation region of the lightness value  $P$  shown by (a) of drawing 6, the lightness value  $P$  and lightness value  $2Q$  are added from before for a while.

[0026] That is, the synthetic lightness value  $Z1$  is calculated by the degree type.

[Equation 5]

$$Z1 = P \times g1(P) + 2Q \times f1(P) \quad \text{--- (5)}$$

[0027] This synthetic lightness value  $Z1$  serves as a property shown in drawing 7, and that dynamic range is extended to  $Y1-Y2$ . Next, the lightness value  $Z2$  which compounded the synthetic lightness value  $Z1$  and lightness value  $4R$  it can consider that it was obtained with the light exposure which adjoins equivalent calculates by the degree type.

[0028]

[Equation 6]

$$Z2 = Z1 \times g2(Z1) + 4R \times f2(Z1) \quad \text{--- (6)}$$

Weighting factor  $g2(Z1)$   $f2(Z1)$  It changes with the function shown by (b) of drawing 6. This weighting factor is each functions  $g2$  and  $f2$ . It receives and is determined by the common variable  $Z1$ .

[0029] Similarly, the lightness value  $Z$  which compounded the synthetic lightness value  $Z2$  and lightness value  $8S$  calculates by the degree type.

[Equation 7]

$$Z = Z_2 \times g_3(Z_2) + 8 \times f_3(Z_2) \quad \text{--- (7)}$$

Weighting factor  $g_3(Z_2)$   $f_3(Z_2)$  It changes with the function shown by (c) of drawing 6. This weighting factor is each functions  $g_3$  and  $f_3$ . It receives and is determined by the common variable  $Z_2$ . Thus, the synthetic lightness value  $Z$  by which the dynamic range was smoothly extended to the range of  $Y_1$ – $Y_4$  calculates. In the above-mentioned operation, in order to lessen effect by the noise, as for the common variable of the function of a weighting factor, it is desirable to use a lightness value with bigger light exposure.

[0030] Next, other methods of calculating a synthetic lightness value are explained. This approach makes the lightness value  $S$  picturized with criteria light exposure the common variable of the function of a weighting factor. Functions  $h_1(8S)$ ,  $h_2(8S)$ ,  $h_3(8S)$ , and  $h_4(8S)$  which overlapped on the boundary of each field as shown in (b) of drawing 8 The weighting factor to each lightness value is determined. The synthetic lightness value  $Z$  is calculated by the degree type.

[0031]

[Equation 8]

$$Z = P \times h_1(8S) + 2 \times Q \times h_2(8S) + 4 \times R \times h_3(8S) + 8 \times S \times h_4(8S) \quad \text{--- (8)}$$

[0032] Thus, this invention equipment is called for by the function which made the variable the lightness value with a common weighting factor. Therefore, even if the ratio of the lightness value of the 1st image to the  $n$ -th image differs from the ratio of light exposure in connection with property change of a camera, change of lighting reinforcement, a motion of a body, etc., the discontinuity about composition of a weighting factor is eased. Therefore, even if the property of the output signal of a camera over incidence reinforcement has change etc., an extensive dynamic range image is appropriately compoundable.

[0033] Moreover, in the above-mentioned example, in making the ratio of light exposure change according to change of the lighting environment of a device under test etc., it sets up shutter speed  $t_1$  and  $t_2$  ( $< t_{\max}$ ) which is different in CCD cameras 41 and 42. By doing in this way, two images of the light exposure ratio of  $\lambda_1 t_1 : \lambda_2 t_2$  can be obtained, and the image of the extensive dynamic range suitable for the lighting environment where the device under test was placed can be obtained.

[0034] The [2nd example] The equipment of the 2nd example has added the exposure-time decision circuit 33 to the configuration of the 1st example equipment of drawing 1, as shown in drawing 9. This exposure-time decision circuit 33 determines the optimal exposure time from the synthetic image memorized in the image memory 32. The method of determining the combination of the exposure time from the compounded image determines the combination ( $t_{11}$ ,  $t_{21}$ ) of shutter speed, ( $t_{12}$ ,  $t_{22}$ ), ( $t_{13}$ ,  $t_{23}$ ), and --- ( $t_{14}$ ,  $t_{24}$ ) beforehand, for example. However, it is  $t_{11} < t_{12} < t_{13} < t_{14}$  and  $t_{21} < t_{22} < t_{23} < t_{24}$ . In the beginning, it picturizes by ( $t_{1m}$ ,  $t_{2m}$ ). And the average of the obtained synthetic image, for example, brightness, is calculated. This average is 1st threshold  $Th_1$ . In being high, it judges it as what has a bright lighting environment, and the exposure time is changed into ( $t_1(m-1)$ ,  $t_2(m-1)$ ). On the contrary, when the average of brightness is lower than 2nd threshold  $Th_2$  ( $Th_2 < Th_1$ ), a lighting environment judges it as a dark thing, and changes the exposure time into ( $t_1(m+1)$ ,  $t_2(m+1)$ ). Maximum, the minimum value, the mode, or the operation value of the brightness in an attention field can be used besides using the average of brightness as a decision criterion. Two or more division light can be used also in this example.

[0035] The [3rd example] In the above-mentioned example, although prism 10 was used as an incident light division means, as shown in drawing 10, a filter 40 can also be used as an incident light division means. The filter 40 with which alignment was performed per one line before the CCD component 1 of CCD camera 41 is stuck as shown in drawing 11 (b). As an image which this CCD camera 41 outputs, a digital signal is inputted into a computer system 43 from image input port 42, and is memorized in the image memory of that interior.

[0036] As shown in drawing 11 (a), the permeability of a filter 40 makes two lines one period, and it is changing so that two values may be taken, so that the incident light reinforcement on the pixel arranged by two-dimensional [ of the CCD component 1 ] may change in the shape of stripes per one line. That is, the filter 40 of odd lines is set as the 1st predetermined

permeability and the 2nd predetermined permeability for even lines. By doing in this way, it can consider as the optical reinforcement  $\lambda_1$  and the optical reinforcement  $\lambda_2$  for every line on the screen of the CCD component 1. The exposure time  $t_{\max}$  which is not influenced by migration of a device under test in this condition using the frame shutter of CCD camera 41 Shutter speed  $t_s$  of less than The device under test which sets up and carries out high-speed migration is picturized. Thus, as a result of being picturized, as shown in drawing 12, the image 2 obtained from the image obtained by the optical reinforcement  $\lambda_1$  in the image 1 obtained from the set of odd lines and the set of even lines can be used as the image obtained by the optical reinforcement  $\lambda_2$ . That is, the light exposure ratio of two images can be set to  $\lambda_1:\lambda_2$ . In this case, since each image is obtained for every line, the lightness value of each pixel of Rhine of a between is calculated with the interpolation values (average etc.) of the lightness value of each pixel on Rhine of both sides. [0037] Thus, the image of an extensive dynamic range is compoundable by the approach mentioned above from two images of obtained exposure quantitative ratio  $\lambda_1:\lambda_2$ . The ratio of light exposure can be made to change also in this example according to change of the lighting environment of a device under test etc. In that case, different shutter speed  $t_1$  and  $t_2$  ( $<t_{\max}$ ) for every (even lines, odd lines) line of a CCD camera is set up. By doing in this way, irrespective of optical intensity ratio  $\lambda_1:\lambda_2$  with a filter 40 divided, two images of exposure quantitative ratio  $\lambda_1 t_1:\lambda_2 t_2$  can be obtained, and the image of the extensive dynamic range suitable for the lighting environment where the device under test was placed can be compounded.

[0038] Moreover, in this example, although the filter 40 changed permeability by turns per one line, every several lines are sufficient as it, and it may change permeability per pixel. For example, as shown in drawing 13 (a), you may arrange so that permeability may be changed to two by the pixel which adjoins a certain pixel and its pixel in  $x$  and the direction of the  $y$ -axis. Moreover, when making the number of partitions of optical reinforcement or more into three, as shown in drawing 13 (b) and (c), permeability (drawing illustrates trichotomy) is set up by the number of partitions, it is Rhine or a pixel unit and a filter to which permeability was changed periodically may be constituted. The synthetic approach of the image at the time of dividing light or more into three is as having mentioned above in the 1st example.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram having shown the configuration of the image pick-up equipment concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2] The property Fig. having shown the property of the weight function in image composition.

[Drawing 3] The property Fig. having shown other properties of the weight function in image composition.

[Drawing 4] The explanatory view having shown the example which branches light to plurality.

[Drawing 5] The timing chart explaining actuation of this equipment.

[Drawing 4] The block diagram having shown the detailed configuration of the image memory of this equipment.

[Drawing 5] The property Fig. having shown the relation between each lightness value and the lightness value of the extended dynamic range.

[Drawing 6] The property Fig. having shown the function of a weighting factor.

[Drawing 7] The explanatory view having shown the synthetic approach.

[Drawing 8] The explanatory view having shown other synthetic approaches.

[Drawing 9] The block diagram having shown the configuration of the image pick-up equipment concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 10] The block diagram having shown the configuration of the image pick-up equipment concerning the 3rd example of this invention.

[Drawing 11] The explanatory view having shown the configuration of the filter in the 3rd example.

[Drawing 12] The explanatory view having shown the image composition approach of the image pick-up equipment concerning the 3rd example.

[Drawing 13] The explanatory view having shown other configurations of the filter in the 3rd example.

### [Description of Notations]

1 2 -- CCD component

10 P1 -Pn -- Prism

11 -- Lens

21, 22, 32 -- Image memory

30 -- Synchronizing circuit

31 -- Synthesizer unit

32 -- Exposure-time decision circuit

41 42 -- CCD camera

---

[Translation done.]